

(Extracted Translation)

Japanese Laid-Open Patent Application

Laid-Open No.: 343292/1993

Laid-Open Date: December 24, 1993

Patent Application No.: 173780/1992

Patent Application Filing Date: June 8, 1992

Applicants: Kabushiki Kaisha Nikon

Inventors: M. Nakagawa, et al.

=====

Title of the Invention:

Exposure Apparatus

(Page 1, lower left column)

-- (57) [Summary]

[Object] To measure distortion aberration of a projection optical system at high precision.

[Structure] By use of exposure light passed through a reticle R and a projection optical system PL, a cross-shaped pattern WM upon a stage substrate 21 is illuminated. Images of the cross-shaped pattern WM and a measurement mark RM on the reticle R are observed by an image pickup device 40, through an observation optical system VF, for example. Disposed in an illumination optical system 11, 17 and 19 is a tilt angle correction optical system 12 for correcting a tilt angle of a chief ray of the exposure light with

- 2 -

respect to an optical axis AX, to thereby assure telecentricity of the exposure light with respect to the cross-shaped pattern WM.--

(10)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-343292

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

F 9017-2K

521 9122-2H

7352-4M

H01L 21/30

311 M

審査請求 未請求 請求項の数1(全8頁)

(21)出願番号

特願平4-173780

(22)出願日

平成4年(1992)6月8日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 中川 正弘

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式

会社ニコン大井製作所内

(72)発明者 長山 匡

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式

会社ニコン大井製作所内

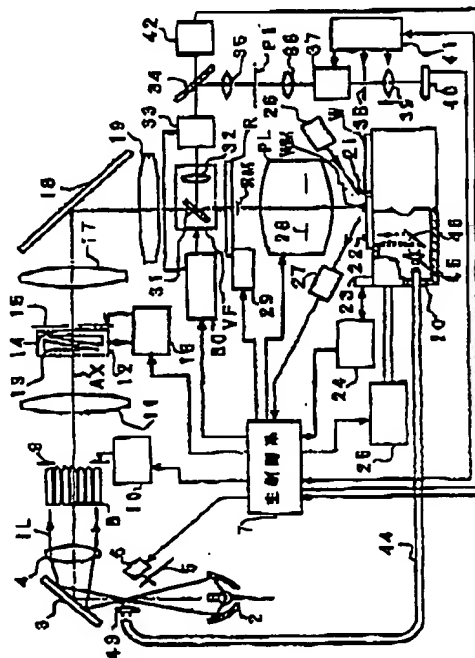
(74)代理人 弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【目的】 投影光学系の歪曲収差を高精度に計測する。

【構成】 レチクルR及び投影光学系PLを透過した露光光によりステージ基板21上の十字形パターンWMを照明し、この十字形パターンWM及びレチクルR上の計測用マークRMの像を観察光学系VF等を介して撮像素子40で観察する。照明光学系11、17、19の中に、露光光の主光線の光軸AXに対する傾斜角を補正するための傾斜角補正光学系12を配置して、十字形パターンWMに対する露光光のテレセントリック性を保証する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光光を発生する光源と、

前記露光光を集光してマスクを照明する照明光学系と、  
前記マスクのパターンを前記露光光のもとでステージ上  
の感光基板上に転写する投影光学系と、

前記照明光学系により前記マスクに照射される前記露光  
光の主光線の前記照明光学系の光軸に対する傾斜角を部  
分的に補正する傾斜補正手段と、

該傾斜補正手段により前記主光線の傾斜角が補正された  
前記露光光によって照明された前記マスク上の第1マー  
クと前記傾斜補正手段により前記主光線の傾斜角が補正  
された前記露光光によって前記マスク及び前記投影光学  
系を介して照明された前記ステージ上の第2マークとの  
各マーク像の位置関係を検出する撮像手段と、  
該撮像手段により検出された各マーク像の位置関係に応  
じて前記投影光学系の結像特性を制御する結像特性制御  
手段とを有する事を特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば投影光学系の歪  
曲収差の計測機構を備えた露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子又は液晶表示素子等をフォ  
トリソグラフィー技術を用いて製造する際に、レチクルの  
パターンを投影光学系を介してウエハ上に転写する投影  
露光装置が使用されている。斯かる投影露光装置の重要  
な性能の1つに重ね合わせ精度があり、この重ね合わせ  
精度に影響を与える主要な要素が投影光学系の倍率誤差  
及び歪曲収差である。例えば超LSI等に用いられるパ  
ターンの線幅は年々微細化され、ウエハ上での重ね合  
せ精度の向上に対する要求も強まっている。従って、投  
影光学系の倍率誤差及び歪曲収差を所定の範囲内に保つ  
必要性も高まっている。

【0003】 これに関して、レチクルと投影光学系との  
間の距離及び投影光学系内部の各レンズ要素の相  
対位置が変化しなければ、倍率誤差及び歪曲収差に悪  
く重ね合わせ誤差は一定であり、このような重ね合わせ  
誤差はシステムティックな誤差と言える。そして、例え  
ば長時間に亘る露光光の吸収等により投影光学系内部の  
各レンズ要素の相対位置等が変化すると、倍率誤差  
及び歪曲収差が変化する場合があるので、随時投影光学  
系の倍率誤差及び歪曲収差の状態を計測できる機構が開  
発されている（例えば特開昭59-94032号公報参  
照）。なお、倍率誤差は歪曲収差の計測機構により同時  
に計測できる。

【0004】 従来の歪曲収差の計測機構は、歪曲収差計  
測用の多数のマークが形成されたレチクルとウエハステ  
ージ側に形成された計測用パターンとを用い、ウエハス  
テージを移動させて投影光学系の露光領域内でその計測  
用パターンを2次元的に移動させるものである。そし

て、この計測用パターンを露光光と同じ波長の光で照明  
し、この計測用パターンの投影光学系による共役像がそ  
れらレチクル側の計測用のマークと合致すると合のウエ  
ハステージの各2次元座標を検出する。この検出された  
2次元座標と、レチクルの計測用のマークの2次元座標  
に投影光学系の投影倍率を乗じて得られた2次元座標と  
の差が歪曲収差である。

【0005】 この場合、そのウエハステージ側の計測用  
パターンの照明法には、照明光学系よりレチクルに向け  
て照射される露光光を用いる第1方式、露光光をライト  
ガイド等を介してウエハステージの内部に導き、この露  
光光でウエハステージ側から照明する第2方式及び計測  
用の顕微鏡からの照明光で独立に照明する第3方式があ  
る。本願では、その第1方式でそのウエハステージ側の  
計測用パターンを照明する場合を扱う。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、投影露光装置  
においては、投影光学系は少なくともウエハ側にはテレ  
セントリックである。しかしながら、そのように照明光  
学系からレチクル側に照射された露光光を用いて投影光  
学系を介してウエハステージ側の計測用パターンを照明  
する場合には、この計測用パターンに対する露光光のテ  
レセントリック性が投影光学系の露光領域の全体では必  
ずしも保証されていない不都合がある。従って、そのウ  
エハステージ側の計測用パターンの投影光学系による共  
役像に非対称性又は歪等が生じ、この共役像のレチクル  
上での位置計測に誤差が生じる虞がある。

【0007】 本発明は斯かる点に鑑み、投影光学系の歪  
曲収差をより高精度に計測できる露光装置を提供するこ  
とを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明による露光装置  
は、例えば図1に示す如く、露光光を発生する光源  
(1)と、その露光光を集光してマスクRを照明する照  
明光学系(8, 11, 17, 19)と、そのマスクRの  
パターンをその露光光のもとでステージ(20)上の感  
光基板Wに転写する投影光学系Fと、その照明光学系  
によりそのマスクRに照射されるその露光光の主光線の  
その照明光学系の光軸AXに対する傾斜角を部分的に補  
正する傾斜補正手段(13, 14)と、この傾斜補正手  
段によりその主光線の傾斜角が補正されたその露光光に  
よって照明されたそのマスクR上の第1マークRMとそ  
の傾斜補正手段によりその主光線の傾斜角が補正された  
その露光光によってそのマスクR及びその投影光学系F  
を介して照明されたそのステージ(20)上の第2マ  
ークWMとの各マーク像の位置関係を検出する撮像手段  
(31, 32, 40)と、この撮像手段により検出され  
た各マーク像の位置関係に応じてその投影光学系Fの  
結像特性を制御する結像特性制御手段(7, 29)とを  
有するものである。

【0009】

【作用】斯かる本発明によれば、その傾斜補正手段（13、14）によりそのマスクRに照射される露光光の主光線のその照明光学系の光軸AXに対する傾斜角を部分的に補正することができる。そこで、ステージ（20）上に形成された第2マークWMをその投影光学系PLを介して照明する露光光が、現在のその第2マークWMの位置でテレセントリックになるように、その傾斜補正手段（13、14）で調整する。これにより、その第2マークWMが投影光学系PLの露光領域内のどの位置に移動しても、常にその第2マークWMに対する露光光のテレセントリック性を保証することができ、歪曲収差を高精度に計測することができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明による露光装置の第1実施例につき図1を参照して説明する。本実施例は、投影光学系の歪曲収差計測機構を有する縮小投影型の露光装置（ステッパー）に本発明を適用したものである。

【0011】図1は本例の露光装置の全体の構成を示し、この図1において、1は水銀ランプである。水銀ランプ1からの露光光ILは楕円鏡2で屈光され、ミラー3で反射された後に、インプットレンズ4ではほぼ平行光束に変換される。楕円鏡2とミラー3との間にシャッター5が配置され、駆動モーター6によりそのシャッター5を開じることにより、露光光ILのインプットレンズ4に対する供給を停止することができる。7は装置全体の動作を制御する主制御系を示し、主制御系7が駆動モーター6の動作を制御する。なお、水銀ランプ1の他に、KrFエキシマレーザー等のパルスレーザー光源又はその他の光源が使用されている。

【0012】シャッター5が閉状態の場合には、インプットレンズ4から射出された露光光ILは、オブティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ8に入射し、フライアイレンズ8の射出側（レチクルR側）の焦平面に多数の2次光源が形成される。この2次光源の形成面には可変開口絞り9が配置され、主制御系7は、駆動装置10を介してその可変開口絞り9の開口部の形状を転写対象のレチクルに応じた形状に設定する。ウエハWへの露光時には、可変開口絞り9の開口部、即ち2次光源より射出された露光光ILは、第1リレーレンズ11、レチクルブラインド15、第2リレーレンズ17、ミラー18及び主コンデンサーレンズ19を経て適度に集光されてほぼ均一な照度でレチクルRを照明する。

【0013】レチクルブラインド15とレチクルRのパターン形成面とは共役であり、レチクルブラインド15の開口部によりレチクルRの照明視野が設定される。また、歪曲収差の計測時には、レチクルブラインド15の第1リレーレンズ11側の直前に傾斜角補正光学系12が配置される。この傾斜角補正光学系12は、2枚の偏角プリズム13及び14を照明光学系の光軸AXに沿っ

て配置して構成され、これら偏角プリズム13及び14の光軸AXの回りの相対的な回転角を変えることにより、後述のレチクルブラインド15の開口部を通る露光光の主光線の光軸AXに対する傾斜角を調整することができる。また、偏角プリズム13及び14を一体として光軸AXの回りに回転することにより、その露光光の主光線を光軸AXの回りに回転させることができる。主制御系7は、駆動装置16を介してレチクルブラインド15の開口部の位置及び大きさ、偏角プリズム13及び14の相対的な回転角並びに偏角プリズム13及び14の一体的な回転角を所定の状態に設定する。

【0014】本例のレチクルRのパターン領域にはマトリックス状に多数の矩形枠状の計測用マークRMが形成されている。これら計測用マークRMは投影光学系PLの歪曲収差の計測に使用される。ウエハWへの露光時には、レチクルRのパターン領域を通過した露光光ILは、投影光学系PLによりウエハW上のショット領域に集束され、これによりレチクルRのパターンがウエハWのそのショット領域に所定の縮小倍率で転写される。投影光学系PLのフーリエ変換面（腰面）はフライアイレンズ8の2次光源形成面と共役である。また、ウエハWはウエハステージ20上に保持され、ウエハステージ20は、投影光学系PLの光軸に垂直な面（XY平面）内でウエハWを2次元的に位置決めするXYステージ及び投影光学系PLの光軸に平行な方向（Z方向）にウエハWを位置決めするZステージ等より構成されている。

【0015】ウエハステージ20上のウエハWの近傍には光透過性のステージ基板21が取り付けられ、ステージ基板21の表面はウエハWの露光面と同じ高さに設定されている。そして、ステージ基板21上には歪曲収差計測用の十字形パターンWMが形成されている。後述のように、十字形パターンWMはレチクルRの計測用マークRMの近傍を透過し投影光学系PLを介して照射される露光光により照明される。

【0016】また、ウエハステージ20上にはレーザー干渉計24のレーザービームを反射するための移動ミラー23が固定され、レーザー干渉計24はウエハステージ20中のXYステージの2次元座標を計測する。主制御系7は、レーザー干渉計24により計測された2次元座標をモニターしつつ駆動装置25を介してウエハステージ20の位置決めを行う。26は焦点検出系の照射光学系、27は焦点検出系の受光光学系を示し、照射光学系26は投影光学系PLの露光領域内の所定位置に例えばスリットパターンの像を斜めに投影し、受光光学系27はそのスリットパターンの像を例えば振動スリット板上に再結像する。この振動スリット板の背面には受光素子が配置され、この受光素子の検出信号をその振動スリット板の駆動信号で同期整流することにより、その投影光学系PLの露光領域内の物体が投影光学系PLの焦点面に合致したときに所定レベルとなる焦点信号が得られ

る。主制御系7は、その焦点信号が所定レベルになるように駆動装置25を介してウエハステージ20中の2ステージの動作を制御する。これによりオートフォーカス制御が行われる。

【0017】投影光学系PLの端面には可変開口絞り28が設けられ、主制御系7がその可変開口絞り28の開口状態を設定する。更に、主制御系7は駆動装置29を介して、レチクルRの投影光学系PLの光軸に垂直な面に対する傾斜角を微調整する。この微調整により投影光学系PLの歪曲収差の状態を成る程度調整することができる。その他に、例えば投影光学系PLの所定の空気室の圧力を調整する機構又は投影光学系PLを構成するレンズ群の間隔を調整する機構等を設けてもよい。これらの機構を介して主制御系7は、投影光学系PLの倍率誤差、歪曲収差等の結像特性を所定の範囲内で調整することができる。

【0018】また、投影光学系PLの歪曲収差の計測時には、投影光学系PLの露光領域内にステージ基板21の十字形パターンWMが配置される。そして、その十字形パターンWMに共役な位置のレチクルR上の計測用マークRMの上方には、ビームスプリッター31及び第1対物レンズ32よりなる観察光学系VFが、投影光学系PLの光軸に垂直な箇内で移動自在に配置される。ウエハステージ20中のXYステージを移動させて十字形パターンWMを移動させるのに対応して、主制御系7は駆動装置30を介してその観察光学系VFをレチクルRの上方で移動させる。

【0019】この歪曲収差の計測時には、傾斜角補正光学系12で主光線の光軸AXに対する傾斜角が補正されてレチクルブラインド15の開口部から射出された露光光は、第2リレーレンズ17、ミラー18、主コンデンサーレンズ19及びビームスプリッター31を経てその計測用マークRMの近傍に照射され、この計測用マークRMの近傍を透過した露光光が投影光学系PLを介してステージ基板21上の十字形パターンWMを照明する。この十字形パターンWMから反射された露光光は、投影光学系PL及びレチクルRの計測用マークRMを透過してビームスプリッター31に入射する。並行してレチクルRの計測用マークRMそのものから反射された露光光もビームスプリッター31に入射する。

【0020】ビームスプリッター31で反射された計測用マークRMからの露光光及び十字形パターンWMからの露光光は、第1対物レンズ32を経て後に光路長補正手段33を経てビームスプリッター34に入射する。光路長補正手段33は駆動装置30を介して主制御系7から供給される制御信号に応じて、観察光学系VFの移動量を相殺するように内部を通過する露光光の光路長を補正する。ビームスプリッター34で反射された露光光は、第2対物レンズ35により集束されて、レチクルRのパターン形成面と共役な面P1上に計測用マークRM

及び十字形パターンWMの像が結像される。これらの像からの露光光は更に、第1リレーレンズ36、光軸補正手段37、可変開口絞り38及び第2リレーレンズ39により2次元CCDよりなる撮像素子40の撮像面に集束され、この撮像素子40の撮像面に計測用マークRM及び十字形パターンWMの像が結像される。

【0021】この場合、光軸補正手段37は、傾斜角補正光学系12により傾斜されてレチクルRに入射する十字形パターンWMの像の露光光の主光線のレチクルRに対する傾斜角を補正し、可変開口絞り38は投影素子40へ入射する計測用マークRM、十字形パターンWM各像の光束の状態を決定し、第2リレーレンズ38は光軸方向に移動して計測用マークRM、十字形パターンWM各像の合焦を行う。主制御系7は駆動装置41を介して光軸補正手段37の補正動作、可変開口絞り38の開口部の形状及び第2リレーレンズ39の移動位置の制御を行う。傾斜角補正光学系12の駆動は、レチクルR上の各計測位置ごとに予め定められた補正プログラムに従って行われる。可変開口絞り38の開口部の形状を決定するにあたっては、投影光学系PLの端面の可変開口絞り28の開口部の形状に連動して調整してもよいが、可変開口絞り38の開口部の形状を独立に設定してもよい。第2リレーレンズ39の位置移動をするにあたっては、まずビームスプリッター34を透過した露光光をフォーカス検出手段42で受光する。このフォーカス検出手段42は、2次元CCD撮像素子40の撮像面上における計測用マークRMの像及び十字形パターンWMの像のレチクルR上の計測位置におけるレチクル厚のパラッキによって生じる合焦ズレを検出し、この検出した合焦状態の情報を主制御系7に供給するもので、この情報から主制御系7は駆動装置41を介して第2リレーレンズ39の移動による合焦補正をする。こうした、3つの補正作業により、計測マークRM、十字形パターンWMの像の光束のクラレをなくし、結像特性を最適化し、デフォーカスによる計測マークRM像と十字形パターンWM像のCCD上での位置ずれを防ぐといったことが出来るので後述の歪曲収差計測時の検出誤差をより小さく出来る。

【0022】次に、投影光学系PLの歪曲収差計測時の動作につき詳細に説明する。この場合にはレチクルブラインド15の直前に傾斜角補正光学系12が配置されると共に、レチクルブラインド15の開口部の位置がレチクルR上の計測対象の計測用マークRMの共役位置の近傍に設定され、そのレチクルブラインド15の開口部の大きさはその計測用マークRMの近傍の所定領域だけを照明する程度の大きさに設定される。そして、その計測用マークRMの近傍を透過した後に投影光学系PLを介してステージ基板21上の十字形パターンWM上に照射される露光光の主光線がそのステージ基板21に対して垂直になるように、その傾斜角補正光学系12により露光光の主光線の傾斜角が調整される。その傾斜角補正光

光学系12における傾斜角の調整状態は、例えば予めレチクルR上の計測座標に対応して主制御系7の内部の記憶手段に記憶しておく。

【0023】その状態で、主制御系7は撮像手段40を介してレチクルR上の計測用マークRMの像とステージ基板21上の十字形パターンWMの像との位置関係を検出する。同様に、主制御系7はステージ基板21上の十字形パターンWMを投影光学系PLの露光領域内で2次元的に移動させて、レチクルR上の多数の計測用マークRMの像とその十字形パターンWMの像との位置関係をそれぞれ検出する。これにより投影光学系PLの歪曲収差の状態が分かるので、主制御系7は例えば駆動装置29を介してレチクルRの傾斜角を調整して投影光学系PLの歪曲収差の状態を所定の状態に調整する。こうして、歪曲収差計測は完了するが、更に計測誤差を防止する方法として、上記各計測マークRM像と十字形パターンWM像との撮像手段40上での位置ズレを検出する際に、この撮像手段40上での十字形パターンWM像の絶対位置をも検出しておき、この位置情報を主制御系7に記憶させる。

【0024】また、図1において、44はライトガイドを示し、このライトガイド44の一端はシャッター5の近傍に配置され、ライトガイド44の他端がウエハステージ20の中に収納されている。シャッター5が閉じている状態では、シャッター5で反射された露光光ILが集光レンズ43によりライトガイド44の一方の端面に集束され、ウエハステージ20中のライトガイド44の他方の端面から露光光が射出される。この射出された露光光は集光レンズ45によりほぼ平行光束に変換された後に、ミラー46で反射されてステージ基板21上の開口マーク22を底面側から鉛直上方に照明する。この22は照野を定めるものである。そこで、ウエハステージ20を移動させて、この開口マーク22を上記計測マークRMの投影光学系PLを介した共役位置近傍にて発光させると、ステージ基板21に対して垂直に射出したこの開口マーク22からの露光光は投影光学系PLを介してその共役位置にあるレチクルR上の計測用マークRMを透過照明する。こうして照明されて計測マークRMから射出する光束の主光線は計測マークRMから反射光と違って、前出の十字形パターンWMの主光線とレチクルR上を射出する際にその傾斜角が一致することになる。この計測マークRM像の撮像手段40での位置を検出し、先ほど記憶した十字形パターンWM像の位置との差が求める検出値である。こうした検出方法をする事で、前出のフォーカス検出手段42や合焦機構である第2リレーレンズ39の移動の経路による合焦不足があっても検出精度の低下を防止できる。

【0025】次に、図1の第1実施例における傾斜角補正光学系12と同様に露光光の主光線の傾斜角を補正できる光学系の他の例を図2を参照して説明する。先ず、

図2(a)はフィールドレンズを用いて露光光の主光線の傾斜角を補正する例を示す。この図2(a)において、レチクルブラインド15の開口部の第1リレーレンズ11側の直前に、レチクルR上の計測用マークRMの計測領域をカバーできる視野を有するフィールドレンズ47を配置する。通常の露光時にはそのフィールドレンズ47は取り外しておく。また、投影光学系PLの歪曲収差の計測時には、レチクルブラインド15の開口部が移動するのに対応して、そのフィールドレンズ47をそのレチクルブラインド15の直前で2次元的に移動させる。

【0026】また、図2(b)はフライアイレンズ8の2次光形成面上の可変開口絞り9を用いて露光光の主光線の傾斜角を補正する例を示す。この場合、可変開口絞り9の開口部を小さく絞った状態で、その開口部を2次元的に移動させると、図1のレチクルR上に照射される露光光が平行光束になり、且つこの平行光束の投影光学系PLの光軸に対する傾斜角が全体として補正される。

【0027】また、図2(c)は2枚の平行平板ガラスを用いる例を示し、この図2(c)において、可変開口絞り9と第1リレーレンズ11との間に光軸に沿って、図2(c)の紙面に垂直な軸48aを中心として回転自在に配置された第1の平行平板ガラス48と、図2

(c)の紙面に平行な軸49aを中心として回転自在に配置された第2の平行平板ガラス49とを設ける。2枚の平行平板ガラス48及び49の回転角を調整することにより、レチクルブラインド15の開口部から射出される露光光の主光線の傾斜角を任意に調整することができる。

【0028】次に、図1に対応する部分に同一符号を付して示す図3を参照して本発明の第2実施例につき説明する。図3は本例の投影露光装置の主要部を示し、この図3において、ステージ基板21上の十字形パターンWMの下方に順に、第2対物レンズ55、図3の紙面に垂直な軸を中心として回転自在の第2平行平板ガラス54及び第2傾斜ミラー53を配置する。また、第2傾斜ミラー53に対して楔形になるように第1傾斜ミラー52を配置し、この第1傾斜ミラー52の上に図3の紙面に平行な軸を中心として回転自在な第1平行平板ガラス51及び第1対物レンズ50を配置する。主制御系7は駆動装置56を介して2枚の平行平板ガラス51及び54の回転角を調整する。

【0029】そして、投影光学系PLの歪曲収差の計測時には、レチクルブラインド15の開口部を小さく絞りその開口部の位置をずらすことにより、露光光でレチクルR上の計測対象とする計測用マークRMに隣接する領域を照明する。これにより、レチクルR及び投影光学系PLを介した露光光でステージ基板21上の十字形パターンWMに隣接する領域が照明される。そのステージ基板21上の照射領域からの露光光を第1対物レンズ5

0. 第1平行平板ガラス51、第1傾斜ミラー52、第2傾斜ミラー53、第2平行平板ガラス54及び第2対物レンズ55を介してステージ基板21上の十字形パターンWMに照射する。ステージ基板21上の露光光の照射領域とその十字形パターンWMの形成領域とは共役である。

【0030】この場合、2枚の平行平板ガラス51及び54の回転角をそれぞれ調整することにより、十字形パターンWMを底部から照明する露光光の主光線の投影光学系PLの光軸に対する傾斜角を0にして、ステージ基板21の十字形パターンWMに対する露光光のテレセントリック性を保証することができる。また、ステージ基板21上の十字形パターンWM及びレチクルR上の計測用マークRMの像は観察光学系VFを介して第1実施例と同様に撮像することができる。

【0031】次に、図3に対応する部分に同一符号を付して示す図4を参照して本発明の第3実施例につき説明する。図4は本例の投影露光装置の要部を示し、この図4において、ステージ基板21上には歪曲収差計測用のマークは形成しない。そして、ウェハステージ20の内部において、ステージ基板21の底部に順に第1対物レンズ58、図4の紙面に垂直な軸を中心に回転自在な平行平板ガラス54、図4の紙面に平行な軸を中心に回転自在な平行平板ガラス51、第2対物レンズ57及び反射板59を配置し、この反射板59上に歪曲収差計測用の十字形パターンWMを形成する。第1対物レンズ58及び第2対物レンズ57によりステージ基板21の上面と反射板59の表面とは共役である。

【0032】図4において、投影光学系PLの歪曲収差の計測時には、レチクルブラインド15の開口部を小さく絞りその開口部の位置をずらすことにより、露光光でレチクルR上の計測対象とする計測用マークRMの近傍の領域を照明する。これにより、レチクルR及び投影光学系PLを介した露光光でステージ基板21上の対応する領域が照明される。そのステージ基板21上の照射領域からの露光光を第1対物レンズ58、平行平板ガラス54、平行平板ガラス51及び第2対物レンズ57を介して反射板59上の十字形パターンWMに照射する。主観測系7が駆動装置56を介して2枚の平行平板ガラス54及び51の回転角を調整することにより、十字形パターンWMに対する露光光のテレセントリック性を保証することができる。

【0033】更に、反射板59上の十字形パターンWMの像はステージ基板21上にリレーされた後に、レチクルR上にリレーされる。そして、反射板59上の十字形パターンWM及びレチクルR上の計測用マークRMの像は観察光学系VFを介して第1実施例と同様に撮像することができる。

【0034】次に、図5を参照して本発明の第4実施例につき説明する。図5(a)は本例のレチクルRの平面

図であり、この図5(a)において、図1の観察光学系VFに相当する2個の観察光学系VFA及びVFBがレチクルRの上方に配置されている。一方の観察光学系VFAはビームスプリッター31A及び第1対物レンズ32Aより構成され、他方の観察光学系VFBもビームスプリッター31B及び第1対物レンズ32Bより構成されている。また、観察光学系VFA及びVFBにはそれぞれ図1の光学系33~40、12が付属している。このように観察光学系を複数用いることにより、歪曲収差の計測効率を高めることができる。

【0035】ただし、本例では観察光学系VFAの光軸と観察光学系VFBの光軸とをレチクルRに平行な方向に可変の長さLだけ離れた状態で、それら観察光学系VFA及びVFBを移動させる。図5(b)は本例のレチクルRの側面図であり、それら観察光学系VFA及びVFBの光軸を離すことにより、ビームスプリッター31A及び31Bからの反射光ILA及びILBがそれぞれ他方の観察光学系のノイズとなることが防止され、測定精度を高めることができる。なお、複数の観察光学系VFA、VFBの光軸をレチクルRに平行な方向にずらす代わりに、それら観察光学系VFA、VFBの光軸を高さ方向(投影光学系の光軸方向)にずらしてもよい。

【0036】また、複数の観察光学系間の反射光のノイズを防止するためには、図6に示すようにビームスプリッターとしてウェッジプリズム60A及び60Bを用いるようにしてもよい。それらウェッジプリズム60A及び60BのレチクルR側の面60Aa及び60Baをビームスプリッター面とすることにより、反射光がそのまま他方の観察光学系に入射するのを防止することができる。

【0037】なお、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、露光光の主光線の照明光学系の光軸に対する傾斜角を補正できるので、ステージ上の第2マークに対する露光光のテレセントリック性を保つことができる。従って、投影光学系の歪曲収差をより高精度に計測できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による露光装置の第1実施例の全体を示す一部断面図を含む構成図である。

【図2】第1実施例の変形例を示す要部の構成図である。

【図3】本発明の第2実施例の要部を示す一部断面図を含む構成図である。

【図4】本発明の第3実施例の要部を示す一部断面図を含む構成図である。

【図5】(a)は本発明の第4実施例のレチクル近傍の構成を示す平面図、(b)は図5(a)の側面図であ



る。

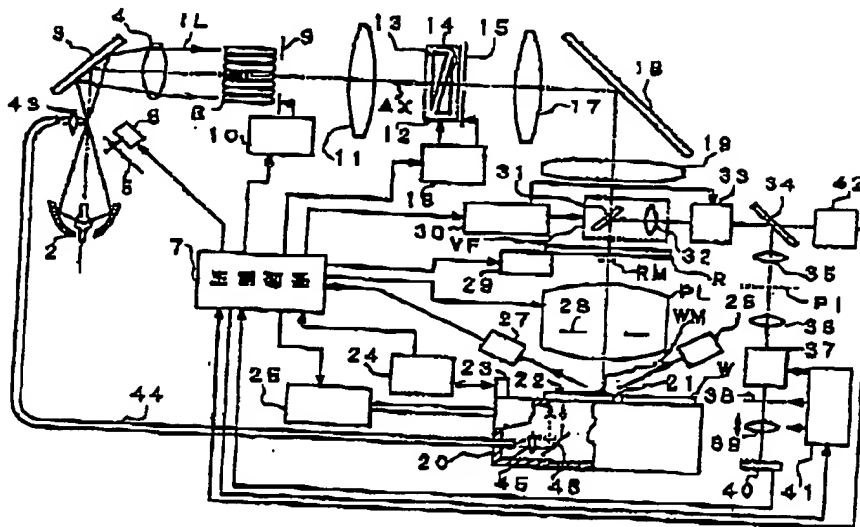
【図6】第1実施例の変形例の要部を示す側面図である。

【符号の説明】

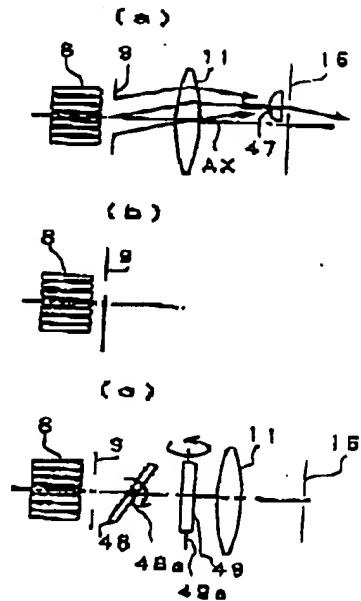
- 1 水銀ランプ
- 7 主制御系
- 8 フライアイレンズ
- 9 開口絞り
- 11 第1リレーレンズ
- 12 傾斜角補正光学系
- 15 レチクルブラインド
- 17 第2リレーレンズ

- 19 主コンデンサーレンズ
- R レチクル
- PL 投影光学系
- W ウエハ
- RM 計測用マーク
- WM 十字形パターン
- 20 ウエハステージ
- 21 ステージ基板
- VP 偏振光学系
- 10 33 光路長補正手段
- 37 光軸補正手段

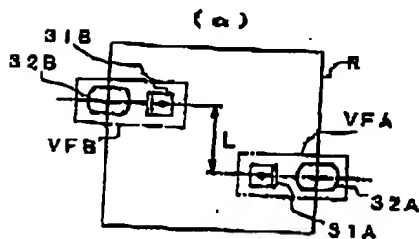
【図1】



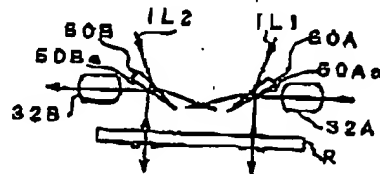
【図2】



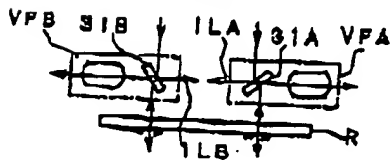
【図5】



【図6】



(b)



【圖 4】

